原著論文

Tympanometry による顎機能異常の客観的評価

松本 敏彦

Objective Evaluation of TM Disorders Utilizing Tympanometry

Toshihiko Matsumoto

Abstract : For the an acoustic relation between TM Disorders and the function of hearing organs by tympanometry in three groups: healthy subjects (HEALTHY), subjects with click (CLICK) and TMD patients (TMD). We examined these absolute values, and obtained the following conclusion.

1. Regarding static compliance, there was a significant difference between HEALTHY and TMD, and also between CLICK and TMD, with a 1% hazzard rate.

2. Regarding impedance, there was a significant difference between HEALTHY and CLICK, (CLICK and TMD, with a 5% hazzard rate, and also between HEALTHY and TMD with a 1% hazzard rate.

3. Regarding press and ear clearance, there was a significant difference between HEALTHY and CLICK, with a 1% hazzard rate.

4. Regarding tympanogram, all of HEALTHY showed a symmetrical Type-A on both sides. In CLICK, there were 8 cases of Type-A and 17 cases of Type-As on both sides, all showing symmetry. But in TMD, only three cases, one of the Type-A and two of the Type-As, showed symmetry; all the rest of the 12 cases were asymmetrical.

Key words : TM disorders, hearing organs, middle ear, tympanometry, symmetry

I. 緒 言

顎機能異常の臨床評価は、下顎限界運動軌跡、咬合接触様相、顎関節側方X線規格写真および筋の触診などによってなされている。

著者は異常の発現部位である顎関節と聴覚器官の解剖学的関係¹⁻¹²⁾に注目し、顎機能異常の様相と聴覚能変動

との関連を報告¹³⁻¹⁶⁾しているが、今回、音の反射、吸収を指標とした他覚的検査法 Tympanometry¹⁷⁻¹⁹⁾ による検索を試みた。

本法は、鼓膜や耳小骨の可動性など中耳伝音系の性状を定量的に認識でき、中耳伝音障害の有無や程度に加えて種類や原因疾患の推定ができる¹⁷⁻¹⁹⁾とされている。

したがって、中耳伝音系の機能変動から、顎機能異常の病態進行を客観的に評価することが可能と考え¹⁶⁾、その初発徴候とされているクリック有雑音者^{13-15, 20)}と顎機能異常の患者を健常者²⁰⁾と比較検討したところ、興味ある知見を得たので報告する。

II. 材料と方法

1. 被検者とその分類

対象とした被検者は、健常者²⁰⁾、有雑音者^{13,14,20)}および顎機能異常者の3群総計68名である。すなわち、欠損のない、そして顎口腔系の異常がなく過去においても類似する既往のない機能正常咬合をもつ男性15名、女性13名の計28名(21~23歳)の健常者²⁰⁾、自覚的他覚的に認知されるクリック雑音をもつ有歯顎者男性19名、女性6名の計25名(20~26歳)の有雑音者^{13,14,20)}、および下顎の運動制限と顎関節周辺部の疼痛を主訴として本学付属歯科病院補綴部に来院した男性3名、女性12名の計15名(24~35歳)の患者(以下、顎機能異常者と記す)である。

これら健常者²⁰⁾と有雑音者^{13,14,20)}はいずれも聴覚異常がなく、耳疾患の既往のないことが確認された者である。健常者は黒田²⁰⁾の基準に従って判断し、有雑音者^{13,14,20)}は自覚的他覚的にクリックとこれに伴う雑音が認知されるもので、顎機能異常者については、顎関節およびその周辺部の疼痛と運動制限(上下中切歯切縁間距離の測定で最大開口量30mm以内)を主訴として来院した患者であるが、耳科専門医によって聴覚器官には何らの異常がないとの診断を得たものである。

2. 方法

Impedance meter MA-4000 を用いて測定した Static Compliance, Impedance, Press, Ear Clearance の4計測項目それぞれの左側耳と右側耳の測定値の差を算出し、その絶対値を以って計測値とした(以下、計測値と記す)。さらに、分類基準¹⁷⁻¹⁹⁾に従って、Tympanogram の波形を分類し、左右側のパターンの組合せをみた。

なお、3群の計測値の比較検討に先立って、健常者28名(男性15名、女性13名、21~23歳)の性差および側差の検定を行ったところ有意な差が示されなかったため、以後、性別、側別を廃した。

3. Tympanometry について

Tympanometry は Impedance Audiometry の音の反射、吸収を指標とした他覚的検査法で、客観性が高い¹⁷⁻¹⁹⁾ため耳科臨床において応用範囲が広く、中耳伝音系のみならず感音難聴、脳幹障害および神経筋疾患の病態、機能の検査に用いられている¹⁷⁻¹⁹⁾ものである。

Impedance meter MA-4000 の機能は2つに大別され

る。中耳伝音障害の鑑別や耳管機能評価の Tympanometry と Acoustic reflex である。Tympanometry は、鼓膜や耳小骨の可動性、外界からの音が内耳へ伝達される程度すなわち中耳伝音系の性状を調べるもので、中耳伝音障害の有無や程度に加えて種類と原因疾患の推定ができる客観的聴覚機能検査である¹⁷⁻¹⁹⁾とされている。

III. 成績

健常者28名、有雑音者25名および顎機能異常者15名の Static Compliance, Impedance, Press および Ear Clearance を測定し、左右側耳測定値の差の絶対値(計測値)をそれぞれ順に Table 1, 2, 3 および 4 に示し、有

Table 1 Difference between the measured values of static compliance on the left ear and those on the right ear in three groups

static compliance (ml)			
	N=68	Mean (S.D.)	
Healthy	n=28	0.06 (0.04)	
Click	n=25	0.06 (0.04)	
Patient	n=15	0.28 (0.20)	

significant level : ** 1 %

健常者、有雑音者および顎機能異常者の3群それぞれの static compliance の側差を示す

Table 2 Difference between the measured values of impedance on the left ear and those on the right ear in three groups

impedance (ohm)			
	N=68	Mean (S.D.)	
Healthy	n=28	218 (163)	
Click	n=25	746 (1,051)	
Patient	n=15	1,669 (1,385)	

significant level : * 5 %, ** 1 %

健常者、有雑音者および顎機能異常者の3群それぞれの impedance の側差を示す

Table 3 Difference between the measured values of press on the left ear and those on the right ear in three groups

press (daPa)			
	N=68	Mean (S.D.)	
Healthy	n=28	5.1 (4.4)	
Click	n=25	14.6 (13.3)	
Patient	n=15	6.9 (8.6)	

significant level : ** 1 %

健常者、有雑音者および顎機能異常者の3群それぞれの press の側差を示す

意差が認められた計測項目に有意水準 5% で * 印, 1% で ** 印を付した. 分類基準に従って分類した Tympanogram Pattern の出現頻度と左右側の組合せを Table 5 に示した.

1) Static Compliance の計測値は, 健常者 0.06 ml (S.D. 0.04), 有雑音者 0.06 ml (S.D. 0.04), 顎機能異常者 0.28 ml (S.D. 0.20) で, 健常者と顎機能異常者との間で, 有雑音者と顎機能異常者との間で, いずれも危険率 1% でそれぞれ有意差が示された.

2) Impedance の計測値は, 健常者 218 ohm (S.D. 163), 有雑音者 746 ohm (S.D. 1,051), 顎機能異常者 1,669 ohm (S.D. 1,385) の順に大きく, 健常者と有雑音者との間, 有雑音者と顎機能異常者との間で, いずれも危険率 5% で, 健常者と顎機能異常者との間で危険率 1% で, それぞれ有意差が示された.

3) Press の計測値は, 健常者 5.1 daPa (S.D. 4.4), 顎機能異常者 6.9 daPa (S.D. 8.6), 有雑音者 14.6 daPa (S.D. 13.3) の順に大きく, 健常者と有雑音者との間で危険率 1% で有意差が示された.

4) Ear Clearance の計測値は, 健常者 0.12 ml (S.D. 0.12), 顎機能異常者 0.22 ml (S.D. 0.19), 有雑音者 0.26 ml (S.D. 0.22) の順に大きく, 健常者と有雑音者との間で危険率 1% で有意差が示された.

5) 健常者の Tympanogram pattern の出現頻度と左右側耳の組合せは, A 型 100% で画一的対称性を示した.

6) 有雑音者の Tympanogram pattern の出現頻度は, 左右側とも A 型 32.0%, A_s 型 68.0% で, 左右側耳の組合せは A 型, A_s 型のいずれも対称性を示した.

7) 顎機能異常者の Tympanogram pattern の出現頻度は, 右側 A 型 20.0%, A_s 型 33.3%, A_D 型 33.3%, C

型 13.3%, 左側 A 型 46.7%, A_s 型 20.0%, A_D 型 13.3%, B 型 6.7%, C 型 13.3% で, 左右側耳の組合せが対称性を示したのは A 型 6.0%, A_s 型 14.0% の計 20% で, 80% が非対称性を示した.

IV. 考 察

顎機能異常の診断や治療評価そして治療の判断には複雑な要素が含まれるため, より単純で定量的な判断基準の確立が重要な臨床課題となっている²¹⁾. 著者は評価の方法の 1 つとして Tympanometry¹⁷⁻¹⁹⁾ の応用を試み, その成績について考察した.

1. 中耳伝音系機能の対称性

1918 年, Summa²²⁾ と Prentiss²³⁾ 以来, Wright²⁴⁾, Monson²⁵⁾, Decker²⁶⁾ そして Costen^{27,28)} らによって, 咬合異常がもたらす顎の偏位²⁰⁾ と聴覚異常との関連が検索されてきた. これらの報告はいずれも, 顎位の低下による下顎頭の後方転移を共通の因子として考察している点で一致している. また, Pinto⁹⁾, Ronkin^{3,4)} らが示し

Table 4 Difference between the measured values of ear clearance on the left ear and those on the right ear in three groups

ear clearance (ml)		
	N=68	Mean (S.D.)
Healthy	n=28	0.12 (0.12)
Click	n=25	0.26 (0.22)
Patient	n=15	0.22 (0.19)

significant level : ** 1%

健常者, 有雑音者および顎機能異常者の 3 群それぞれの ear clearance の側差を示す

Table 5 Frequency of appeared type of tympanogram pattern and bilateral symmetry of right and left ear in three groups

		tympanogram pattern			(frequency)
	N=68	Right Ear	Left Ear	Bilateral Symmetry	
Healthy	n=28	A (100%)	A (100%)	A-A (100%)	
Click	n=25	A (32.0%)	A (32.0%)	A-A (32.0%)	
		A _s (68.0%)	A _s (68.0%)	As-As (68.0%)	
Patient	n=15	A (20.0%)	A (46.7%)	A-A (6.0%)	
		A _s (33.3%)	A _s (20.0%)	As-As (14.0%)	
		A _D (33.3%)	A _D (13.3%)		
		C (13.3%)	B (6.7%)		
			C (13.3%)		

健常者, 有雑音者および顎機能異常者の 3 群それぞれの左右側耳 tympanogram pattern の出現頻度と左右側の組み合わせの対称性を示す

た解剖学的根拠と照らし合わせれば、これらの報告²²⁻²⁸⁾にみられるように、下顎頭による直接的な聴覚器官への圧迫力と結論づけることについては懐疑的にならざるを得ない。しかし、そのメカニズムがどのようなものであれ、顎口腔系と聴覚器官の機能とは強い関連をもつ²⁰⁾とみてよいと考えられる。

中耳伝音系の機能変動から顎機能異常の病態進行を定量的に把握しようとする試みは著者らの報告^{13-16, 20)}以外ほとんどみあたらないが、中耳伝音系の機能を具体的な 1 つの尺度として顎口腔系の機能のみつめることは、顎機能異常の病態進行評価の新しい基準を意味し、重要な意義をもつと考えられる。

著者の成績では、音響刺激の吸収の性状すなわち耳小骨筋を含む鼓膜構成組織の柔軟性を示す Static Compliance は、Table 1 に示したように、健常者 0.06 ml (S.D. 0.04)、有雑音者 0.06 ml (S.D. 0.04)、顎機能異常者 0.28 ml (S.D. 0.20) であった。また、Table 2 に示したように、音響刺激の単位時間内のエネルギーの反射¹⁷⁾すなわち抵抗性を意味する Impedance においても、健常者 218 ohm (S.D. 163)、有雑音者 746 ohm (S.D. 1,051)、顎機能異常者 1,669 ohm (S.D. 1,385) と、順に大きいくことが示された。

顎機能異常のなかでは、クリック雑音は比較的軽微な症候として認識されている^{13-15, 20)}が、こうした臨床評価を裏づけるように、有雑音者の Static Compliance は健常者と近似し、顎機能異常者の計測値とは明らかな差異を示している。Compliance は中耳組織の柔軟性を意味している¹⁷⁻¹⁹⁾。したがって、これら 3 群における計測値の差異は、顎機能異常の病態進行に随伴して示される中耳機能の減衰を意味していると考えられる。この減衰変動が 0.28 ml (S.D. 0.20) の側差にまで進行すると、顎の偏位に起因する疼痛や運動制限など種々の異常が患者自身に病態として自覚を促すものと考えられる。この変動傾向は、Compliance と逆数の関係にある¹⁷⁻¹⁹⁾ Impedance の計測値においてより顕著で、健常者と有雑音者、有雑音者と顎機能異常者、それぞれの間で危険率 5% で、健常者と顎機能異常者との間で危険率 1% で、いずれにおいてもそれぞれ有意の差が示された。これらのことは、クリックが有雑音者に病態としての自覚を促さないものの、明らかに健常者とは異なっており、顎機能異常の潜在的因子を包含している²⁰⁾ことを示すもので、Impedance 計測値は今日のクリックに対する見解を定量的に裏づけ、さきの報告^{13, 14, 16)}とも一致するものであると考えられた。これら 3 群の被検者間における Impe-

dance の計測値は、Table 2 に示したように、健常者と有雑音者との間でも有意な差異を示したことから、顎口腔系への障害をより鋭敏に中耳に反映させ、病態進行の程度を定量的に表す計測項目であろうと考えられた。

Impedance meter は、これら耳小骨筋を含む鼓膜構成組織の性状の検索に加え、中耳への負荷圧と中耳腔の容積測定ができる¹⁷⁻¹⁹⁾とされている。これらのうち、Press は外耳道の負荷圧と等価の中耳腔圧を表示する計測項目である。著者の成績では、Table 3 に示したように、健常者は 5.1 daPa (S.D. 4.4)、顎機能異常者は 6.9 daPa (S.D. 8.6) で、有雑音者が 14.6 daPa (S.D. 13.3) と、最大を示した。さらに、Table 4 に示した Ear Clearance すなわち中耳腔容積をみても、健常者 0.12 ml (S.D. 0.12)、顎機能異常者 0.22 ml (S.D. 0.19)、有雑音者 0.26 ml (S.D. 0.22) と、順に大きくなることが示された。中耳腔の負荷圧と容積いずれの計測値も、健常者と有雑音者との間で、危険率 1% で有意差を示している。

顎機能の異常をもたらす要因については種々の見解があるが、いずれも咬合異常との強い関連²⁰⁾を示唆している点で一致^{5-8, 20)}している。咬合異常が顎の偏位を惹起²⁰⁾させ、下顎頭の円板圧迫、転位をもたらし、関節窩空隙に変化が生ずる²⁹⁾としている。顎関節の変化については、関節円板の圧平化や菲薄化、より重篤な組織変化である粗造化や変形など、形態的、組織的な変化が報告されている。著者の成績では、中耳腔圧および中耳腔容積のいずれの計測値においても、健常者と有雑音者との間で有意差が示された。しかし、有雑音者と顎機能異常者との間では示されなかった。これらのことは次のように推測される。有雑音者^{13, 14, 20)}は日常生活に支障をきたすような運動制限や疼痛を自覚しない^{13, 20)}ために、クリック側で円板転位による下顎頭の運動様相の変動が生じても非クリック側の下顎頭の運動がこれを補う。こうした顎口腔系の補償作用、いいかえれば、生体のもつ運動機能のキャパシティが、有雑音者自身に異常を自覚させることなく健康状態にあると自己評価させているのかも知れない。したがって、生体のもつキャパシティの数値的限界は Static Compliance の計測値では 0.28 ml (S.D. 0.20) 未満を示し、Impedance の計測値では 1,669 ohm (S.D. 1,385) 未満を示すと考えられる。そして、有雑音者の顎機能異常者との計測値の差は、有雑音者自身に病態の自覚を促さない²⁰⁾最大域値を示しており、「いわゆる健常者」の定義が含む曖昧さを意味していると考えられた。生体のもつキャパシティと病態進行に随伴した運動制限や疼痛などのこの両者の均衡状態が崩れた

とき、顎口腔系の病態として患者自身に自覚されるのであろう。運動時に発現する疼痛は下顎の運動制限をもたらした、したがって下顎頭可動域の狭小化を促すと考えられる。そのため中耳腔の圧および容積の計測値も、また小さく数値的に健常者と近似する様相を示したと考えられた。Static Compliance と Impedance の計測値が示すように、下顎頭の偏位によって誘発された筋神経系および脈管系の異常は、鼓膜構成組織の音響刺激の吸収を有意に低下させ、反射を有意に増大させる。これらが外耳道からの負荷圧に対する中耳腔の応答性を低下させ、その結果、中耳腔の容積変動が生じ難くなる。著者の4計測項目の成績は、推測ではあるが、以上のように関連づけられる。

Pinto⁹⁾ は関節包と耳小骨の1つであるツチ骨の前突起とを繋ぐツチ骨前靱帯の存在を指摘し、Ronkin^{3,4)} は、翼突筋、鼓膜張筋および口蓋帆張筋は発生学的に同一の原基から分化したもので、神経支配も同一であるとして中耳伝音系と咀嚼系との密接な解剖学的関連性の根拠を示している。咬合異常に起因する下顎頭の偏位によって誘発される脈管系および筋神経系の異常は、外界からの音刺激に対して耳小骨筋を含む鼓膜構成組織の音刺激の吸収、および単位時間内のエネルギーの反射¹⁷⁾そして中耳腔の圧と容積の変動を示すものと考えられる。これらの変動が偏位側のみならず非偏位側においても認められたことから、顎の偏位に起因する中耳伝音系機能の減衰変動が Costen^{27,28)} のいう鼓室や耳管への下顎頭による直接的な圧迫力によるのではなく、Pinto⁹⁾、Ronkin^{3,4)} らの解剖学的根拠と照らし合わせ考えれば、鼓膜筋の緊張を示唆した Myrhaug^{10,11)}、三叉神経支配下の筋機構障害を唱えている Griffin¹²⁾、鼓室リンパの流れの減少および鬱血現象によるとの見解を示した Seaver^{1,2)} らの見解が、より科学的な考察であろうと考えられた。

2. Tympanogram Pattern の対称性

耳科学領域での Tympanogram Pattern の評価は、As 型および Ad 型の歪型を含み、最大の Compliance が 0 mmH₂O 付近に存在する A 型、平坦あるいはドーム状の Tympanogram を示す B 型、Compliance 曲線のピークが -100 mmH₂O 以上陰圧になる C 型、二峰性の Tympanogram で Probe-tone が 800 Hz 付近の D 型、に分類され¹⁷⁻¹⁹⁾、これらのパターンの示す臨床像は、以下のように意義づけられている。すなわち、A 型は正常あるいは感音性難聴に、A 型よりもそのピークが低い As 型は耳小骨連鎖の可動不良例や耳硬化症に、A 型よ

りも高い Ad 型は耳小骨連鎖離断や鼓膜萎縮に、B 型は滲出性中耳炎や癒着性中耳炎に、C 型は中耳陰圧状態を示し耳管狭窄症や滲出性中耳炎に、D 型は正常聴力、感音難聴、鼓膜癒着、萎縮、耳小骨連鎖離断などが、それぞれ推定される¹⁷⁻¹⁹⁾としている。

Tympanogram Pattern と顎機能異常との関連を検索した報告は、吉松ら³⁰⁾以外みあたらない。吉松ら³⁰⁾は、C 型 4 例、A 型 7 例、As 型、Ad 型および B 型がそれぞれ 1 例であったとし、検査異常が少なく心因性のものが疑われるとしている。

著者の成績は Table 5 に示したとおりである。健常者は 100% 正常の基本型 A 型のパターンを占め、左右側の画一的対称性が示された。有雑音者では A 型は 32.0% で、68.0% の多数が耳小骨連鎖の可動性不良や耳硬化症を推定させる As 型を示した。しかし、A 型、As 型のいずれにおいても、左右側は健常者と同様にすべて対称性を示した。これらに比べ、顎機能異常者の 1/3 に病態の推定される異常パターンが出現した。中耳腔の陰圧状態および耳管狭窄症や滲出性中耳炎を推定させる C 型、耳小骨連鎖離断や鼓膜萎縮を推定させる Ad 型、滲出性中耳炎や癒着性中耳炎を推定させる B 型など、種々の異常パターンを出現させる。そして、左右側は多様な組合せを示し、左右側の対称性は A 型 6.0%、As 型 14.0% の僅か 20% のみに示され、80% の多数が非対称性を示した。これらのことは、中耳伝音系機能と矢状顎路運動軌跡との相違はあるものの、健常者に左右側画一的な対称的周波数パターンの組合せを認めた著者の報告²¹⁾と一致するものであり、機能の対称性を示すものであろうと考えられた。健常者で示された中耳伝音系の機能の対称性は、顎機能異常の進行に伴って有意に低下し、専門医の診断において何らの耳疾患が認められないにも拘らず、中耳伝音系の種々の病態像を推定させる病的パターンを出現させる。

以上のように、顎機能異常は聴覚器官の機能に直接的な影響を及ぼし^{13,14,20,22-26)}、健常者²⁰⁾、有雑音者^{13,14,20)}および顎機能異常者の3群を定量的に分類できる方法 Tympanometry は、顎機能異常の進行程度を評価する単純で具体的な判断の尺度であると考えられた。

V. 結 論

健常者 28 名、有雑音者 25 名、顎機能異常者 15 名の 3 群総計 68 名の Static Compliance, Impedance, Press および Ear Clearance を測定し、これらの左側耳と右側

耳との測定値の差の絶対値 (計測値) を算出して検討した。さらに、出現した Tympanogram Pattern を分類して左右側の対称性を検討し、以下の結論を得た。

1. クリック雑音は、中耳伝音系には Static Compliance への影響が認められず、Impedance, Press および Ear Clearance の側差において有意な影響を認めた。

2. Impedance の側差は、健常者、有雑音者、顎機能異常者の順に有意に増大し、これらの客観的な分類が可能であることから、顎機能異常の進行を把握できる。

3. Tympanogram Pattern は、中耳伝音系の変動様相をパターンの変化として認識できるため、左右側耳の機能的対称性を把握しやすく、顎機能異常の病態進行の判断の一助となる。

本論文の要旨は、1990 年 2 月 24 日、平成元年度日本補綴歯科学会関東支部学術大会において報告した。

本研究にご理解を賜った池田 直教授に深謝し、ご協力戴いた本学学生および患者の諸兄に感謝する。

文 献

- Seaver, E.P., Jr.: Temporomandibular Joint malocclusion and the inner ear: neuromuscular explanation. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 46: 140~149, 1937.
- Seaver, E.P., Jr.: The Malocclusion Factor Obstruction of The Eustachian Tube, *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 59: 391~398, 1950.
- Ronkin, S.H.: Repositioning the mandible in cases of obstructive (low tone) deafness and tinnitus, *AMA Arch Otolaryng*, 54: 632~638, 1951.
- Ronkin, S.H.: Improvement of low-tone deafness and tinnitus by mandibular repositioning, *AWA Arch Otolaryng*, 57: 669~673, 1953.
- Sicher, H.: Structural and functional basis for disorders of temporomandibular articulation, *J Oral Surg*, 13: 275~279, 1955.
- Schwartz, L.: Conclusions of the Temporomandibular Joint Clinic at Columbia, *J Periodontol*, 29: 210~212, 1958.
- Shore, N.A.: Occlusal equilibration and temporomandibular joint dysfunction (1st ed.), JB Lippincott Co, Philadelphia, 1~323, 1959.
- Schwartz, L.: Disorders of temporomandibular joint, WB Saunders Co, Philadelphia, 1960.
- Pinto, O.F.: A New Structure Related to The Temporomandibular Joint and Middle Ear, *J Prosthet Dent*, 12: 95~103, 1962.
- Myrhaug, V.H.: Parafunktionen im kauapparat als ursache eines otodontalen syndroms (I), *Quintessenz*, 6: 117~121, 1969.
- Myrhaug, V.H.: Parafunktionen im kauapparat als ursache eines otodontalen syndroms (II), *Quintessenz*, 7: 89~94, 1969.
- Griffin, C.J.: The treatment of temporomandibular joint syndrome, *Monogr Oral Sci*, 4: 170~187, 1975.
- 松本敏彦, 黒田直行: 顎関節 clicking 雑音が聴力能におよぼす影響, *日大口腔科学*, 14: 350~355, 1988.
- 松本敏彦, 石井智浩, 黒田直行ほか: 顎関節クリック雑音とマスキング域値の変動, *日大口腔科学*, 15: 176~178, 1989.
- 成田紀之, 矢代享一, 吉田悟郎ほか: 振動刺激法による顎位診断へのアプローチ, *補綴誌*, 34・83・特別号: 121, 1990.
- 松本敏彦: 顎機能異常と聴覚能変動, *日本大学松戸歯学部同窓会誌*, 9: 51~60, 1990.
- 神崎 仁, 野村恭也: インピーダンスオージオメトリー聴覚障害と神経筋疾患への臨床応用, 初版 2 刷, 7~22, 53~66, 67~94, 中外医学社, 東京, 1980.
- 中井義明: 難聴一病態・診断・治療一, 第 1 版, 104~107, 振興医学出版社, 東京, 1982.
- 本庄 巖: インピーダンスオージオメトリーの実際, 第 1 版, 1~4, 20~21, 22~59, 68~78, 54~59, 64~67, 医歯薬出版, 東京, 1983.
- 黒田直行: 咬合干渉と聴力能との関連, *日大口腔科学*, 16: 134~144, 1990.
- 松本敏彦: 顎運動の矢状顎路運動軌跡に関する基礎的研究特に顎関節症患者の Pattern について, *日大口腔科学*, 9: 213~224, 1983.
- Summa, R.: The importance of the interarticular fibro-cartilage of the temporomandibular articulation, *Dent Cosmos*, 60: 512~514, 1918.
- Prentiss, H.J.: Preliminary report upon the temporomandibular articulation in the human, *Dent Cosmos*, 60: 505~512, 1918.
- Wright, W.H.: Deafness as influenced by malposition of the jaws, *J Natl Dent Assoc*, 7: 979~992, 1920.
- Monson, G.S.: Occlusion as applied to crown and bridge work, *J Natl Dent Assoc*, 7: 399~413, 1920.
- Decker, J.C.: Traumatic deafness as result of retrusion of condyles of mandible, *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 13: 519~527, 1925.
- Costen, J.B.: A syndrome of ear and sinus symptoms dependent upon disturbed function of temporomandibular

- lar joint Ann Otol Rhinol Laryngol, 43 : 1~15, 1934.
- 28) Costen, J.B. : Mechanism of trismus and its occurrence in mandibular joint dysfunction, Ann Otol Rhinol Laryngol, 48 : 499~514, 1939.
- 29) Weinberg, L.A. : Superior condyle displacement : Its diagnosis and treatment, J Prothet Dent, 34 : 59~76, 1975.
- 30) 吉松政喜, 毛利 学, 高須 順 : 顎関節機能不全と耳症状, 第4回顎関節研究会誌, 25, 1983.